



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09249924 A**(43) Date of publication of application: **22.09.97**

(51) Int. Cl. **C22C 9/00**  
**F16C 33/12**

(21) Application number: **08057874**(22) Date of filing: **14.03.96**(71) Applicant: **TAIHO KOGYO CO LTD**

(72) Inventor: **OSHIRO HARUYUKI**  
**TOMIKAWA TAKASHI**  
**KAMIYA SHOJI**  
**HASHIZUME KATSUYUKI**

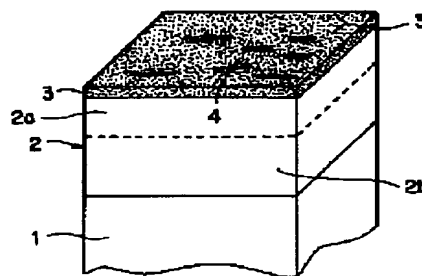
(54) **COPPER ALLOY AND SLIDING BEARING,  
 EXCELLENT IN SEIZURE RESISTANCE**

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the sliding property of a copper alloy for sliding bearing, represented by kelmet, and to secure bearing property while obviating the necessary of larger thickness of over lay than is necessary for initial conformability.

**SOLUTION:** In this copper alloy, Ag, Sn, Sb, In, Mn, Fe, Bi, Zn, and Ni and/or Cr are allowed to enter into solid solution in a Cu matrix and practically no secondary phases of these elements are formed. The sliding bearing has a copper alloy surface layer 3 in which the elements of Ag, Sn, etc., are concentrated, and a copper alloy bulk part 2 connected to the layer 3 is composed of a copper alloy solid solution in which, at least in the interface with the layer 3 and in its vicinity 2a, Ag, Sn, etc., are allowed to enter into solid solution and practically no secondary phases of these elements are formed.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-249924

(43) 公開日 平成9年(1997)9月22日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 9/00			C 2 2 C 9/00	
F 1 6 C 33/12		7123-3 J	F 1 6 C 33/12	A

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-57874

(22) 出願日 平成8年(1996)3月14日

(71) 出願人 000207791

大豊工業株式会社

愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地

(72) 発明者 大城 晴行

愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内

(72) 発明者 富川 貴志

愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内

(72) 発明者 神谷 荘司

愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 村井 卓雄

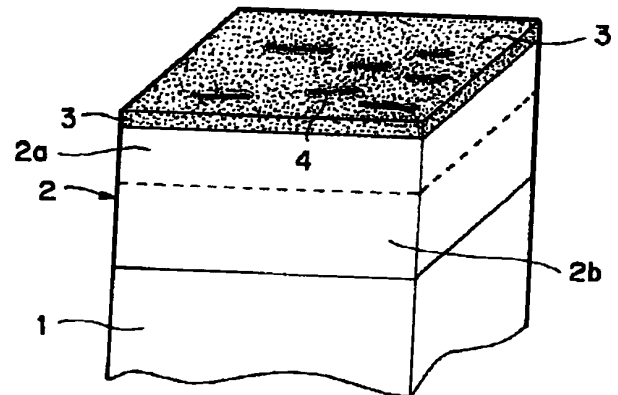
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐焼付性にすぐれた銅合金及びすべり軸受

(57) 【要約】

【課題】 ケルメットで代表されるすべり軸受用銅合金の摺動性能を高めるとともに、オーバーレイを初期なじみに必要な程度以上の厚さとしなくとも軸受性能を保つことができるようにする。

【解決手段】 Ag, Sn, Sb, In, Mn, Fe, Bi, Zn, Ni 及び/又はCrをCuマトリックス中に固溶し、これらの元素の二次相が実質的に形成されていない銅合金。すべり軸受は、Ag, Snなどの元素を濃縮した銅合金表層3を有し、この層3に連続する銅合金バルク部2は、少なくとも該層3との界面及びその近傍2aにおいてAg, Snなどを固溶しかつこれらの元素の二次相が実質的に生成されていない銅合金固溶体からなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Ag, Sn, Sb, In, Mn, Fe, Bi, Zn, Ni及びCrからなる群より選択される少なくとも1種の元素をCuマトリックス中に固溶し、これらの元素からなるあるいはこれらの元素を含む二次相が実質的に形成されていないことを特徴とする耐焼付性にすぐれた銅合金。

【請求項2】 前記少なくとも1種の元素の総量が0.1wt%以上である請求項1記載の耐焼付性にすぐれた銅合金。

【請求項3】 前記少なくとも1種の元素が非平衡にCuマトリックス中に固溶していることを特徴とする請求項1又は2記載の耐焼付性にすぐれた銅合金。

【請求項4】 前記少なくとも1種の元素がAgとAg以外の元素の2種以上である請求項1から3までの何れか1項に記載の耐焼付性にすぐれた銅合金。

【請求項5】 前記少なくとも1種の元素がさらにSnを含む2種以上である請求項4記載の耐焼付性にすぐれた銅合金。

【請求項6】 さらに0.01～0.5wt%のPを含むことを特徴とする請求項1から5までの何れか1項記載の耐焼付性にすぐれた銅合金。

【請求項7】 請求項1から6までの何れか1項記載の銅合金を裏金に接着したすべり軸受。

【請求項8】 請求項1から6までの何れか1項記載の銅合金を裏金に接着しないでソリッド形態で使用するすべり軸受。

【請求項9】 厚さが1～25μmのオーバーレイにより前記銅合金を被覆したことを特徴とする請求項7又は8記載のすべり軸受。

【請求項10】 オーバーレイの厚さが2～8μmである請求項9記載のすべり軸受。

【請求項11】 オーバーレイが前記銅合金に直接接着されていることを特徴とする請求項9又は10記載のすべり軸受。

【請求項12】 銅合金の表面をオーバーレイで被覆してなるすべり軸受において、前記オーバーレイが初期なじみにより部分的に摩滅して表出された前記銅合金の摺動面が、少なくとも部分的に、Ag, Sn, Sb, In, Mn, Fe, Bi, Zn, Ni及びCrからなる群より選択された少なくとも1種の元素を濃縮した銅合金表層よりなり、この銅合金表層に連続する銅合金バルク部は、少なくとも該銅合金表層との界面及びその近傍において前記少なくとも1種の元素を固溶しかつ該少なくとも1種の元素からなるもしくはこの元素を含む二次相が実質的に生成されていない銅合金固溶体からなることを特徴とするすべり軸受。

【請求項13】 銅合金の表面をオーバーレイで被覆してなるすべり軸受において、前記オーバーレイが初期なじみにより部分的に摩滅して表出された前記銅合金の摺動面

が、少なくとも部分的に、Ag, Sn, Sb, In, Mn, Fe, Bi, Zn, Ni及びCrからなる群より選択された少なくとも1種の元素ならびにS及びOの1種又は2種を濃縮した銅合金表層よりなり、この銅合金表層に連続する銅合金バルク部は、少なくとも該銅合金表層との界面及びその近傍において前記少なくとも1種の元素を固溶しかつ該少なくとも1種の元素からなるもしくはこの元素を含む二次相が実質的に生成されていない銅合金固溶体からなることを特徴とするすべり軸受。

10 【請求項14】 前記少なくとも1種の元素の総量が0.1wt%以上である請求項12又は13記載のすべり軸受。

【請求項15】 前記少なくとも1種の元素が前記バルク部においてCuマトリックス中に非平衡に固溶していることを特徴とする請求項14記載のすべり軸受。

【請求項16】 前記少なくとも1種の元素がAgとAg以外の元素の2種以上である請求項14又は15記載のすべり軸受。

20 【請求項17】 前記少なくとも1種の元素がさらにSnを含む2種以上である請求項16記載のすべり軸受。

【請求項18】 前記銅合金がさらに0.01～0.5wt%のPを含むことを特徴とする請求項12から18までの何れか1項記載のすべり軸受。

【請求項19】 前記オーバーレイが直接銅合金に被着されていることを特徴とする請求項12から18までの何れか1項記載のすべり軸受。

30 【請求項20】 前記少なくとも1種の元素が前記銅合金のバルクの濃度に対して1.3倍以上銅合金表層に濃縮されている請求項12から19までの何れか1項記載のすべり軸受。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、すべり軸受用銅合金に関するものであり、さらに詳しく述べるならば、従来のケルメットよりも摺動特性がすぐれたすべり軸受用銅合金及びこの合金を使用するすべり軸受に関するものである。

## 【0002】

40 【従来の技術】銅系摺動材料の代表であるケルメットは、軟質金属又は樹脂からなるオーバーレイを一般に10～20μmを被着してエンジン部品に使用されている。すべり軸受の使用初期にオーバーレイは相手軸となじんで摩耗し軸と軸受の焼付を起り難くする。このようにオーバーレイの機能はなじみ性にある。また、オーバーレイの下地としてNiめっき（「Niバリヤー」と言われる）をケルメット（「ライニング」と言われる）に設けることも一般に行われている。オーバーレイが消失して下地のケルメットもしくはNiめっきが露出すると、焼付が起り易くなるために、従来のすべり軸受はオーバーレイをなじみに必要な厚さ以上に被着していた。

【0003】ケルメットに含有されるPb粒子が相手軸により引き伸ばされて摺動面で軟質膜を作り、焼付を防止する作用をもつのであるが、近年ますます過酷になる摺動条件では、この作用だけでは不十分であるのが実際である。したがって、従来のケルメットの耐焼付性を向上させるために、P、AlなどのCuマトリックスを強化する元素を添加する、なじみ性が優れたBiなどを添加する、グラファイトなどの耐焼付性向上成分を添加する、アルミナなどの耐摩耗性成分を添加する、樹脂を含浸させた樹脂含浸焼結材料とするなどの提案がなされ、それなりの成果を達成している。

【0004】上記したすべり軸受と相手材の間を潤滑する潤滑油としては、エンジンオイル、トランスミッションオイル、ギヤオイル等があり、これらには硫黄系添加剤が添加されていることが多い。

【0005】まず、ガソリンエンジンオイルには、エンジンオイルの酸化劣化を防止するためのジアルキルモノサルファイド、エンジンオイルの酸化により発生するスラッジを洗浄するスルフォネート系もしくはフェネート系金属洗浄剤、低粘度エンジンオイルの泡立ちを防止するジチオフォスフェートモリブデン化合物、ジチオカーバメイトモリブデン化合物等が添加される。上記のジアルキルモノサルファイドは基油の酸化により生成するハイドロパーオキシドをイオンの分解すると考えられている。しかしながら、これらの添加剤の副作用も指摘されており、例えば、金属系洗浄剤は硫酸灰分スラッジを生成するために使用量が制限されている。また、泡立ち防止剤もすべり軸受の性能に悪影響を及ぼすこともあるとされている。

【0006】ディーゼルエンジンオイルにはすすによる摩耗対策としてZnDTP（ジアルキルジチオリン酸亜鉛）が添加される。ロータリーエンジンオイルには、硫黄系極圧添加剤としては、硫化オレフィン、硫化油脂等が、また有機金属系摩耗防止剤としてはチオリン酸亜鉛、硫化モリブデンジチオカルバメイトがそれぞれ添加される。

\*

	0	50	100	150	220
全酸価 (mg KOH/g)	1.3	6.4	18.0	21.5	22.3
強酸価 (mg KOH/g)	0	0	0.1	0.2	0.3
全塩基価 (mg KOH/g)	3.8	0.5	0	0	0

【0013】従来のすべり軸受では上述の理由によりオーバーレイをなじみに必要な最小限の厚さで被着することはできなかった。

【0014】従来オーバーレイの下地として使用されていたNiバリアーはケルメット中のSnの拡散を阻止してケルメットの耐食性を良好に保つ役割を担っていた。しかし、その反面Niバリアーが露出した時には、Niが耐焼付性が低いために焼付が起こり易くなるという問題がある。

\*【0007】トランスミッションオイル及びギアオイルには、硫黄系極圧添加剤として硫化オレフィン、硫化油脂等が、また有機金属系摩耗防止剤としてチオリン酸亜鉛、硫化モリブデンジチオカルバメイト、及び/またはりん系摩耗防止剤としてりん酸エステルアミン塩などが添加されている。これらのオイル中のイオウ濃度は現在の市販油では0.37~1.7%であり、またこれらの添加剤の量が多いと銅の腐食が起こると言われている。

10 【0008】上記した各種潤滑油が劣化すると、銅系摺動材料は潤滑油による腐食の問題が起こることが知られており、その腐食対策として本出願人は次のような特許出願を行った。

【0009】米国特許第4878768号：ディーゼルエンジンに使用されるすべり軸受のCu-Pb系焼結合金中のスケルトン内部の空隙に存在するPb相が劣化油により腐食するのを防止するためにInをPb相に添加する。

20 【0010】特開平7-118777号：Zn-15%を超え40%以下、黒鉛-0.5~6%、及びAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、Fe、Pの1種以上-0.5~6%、残部Cuからなる焼結銅合金系摺動部材。この出願では劣化トランスミッションオイルが銅合金表面にCu<sub>2</sub>Sを形成することによる腐食を防止するために上記した量のZnを添加している。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】従来のライニングに使用されるケルメットのPbが劣化潤滑油により腐食して表面が粗れ易い；Pbが潤滑油中に溶出してしまい、Pbが存在した部分が空孔になり、ライニングの強度が低下して座屈するなどの理由によりケルメットは耐焼付性が低い。なお、硫黄系添加剤を添加した潤滑油を用いかつ実機の使用条件をほぼ再現する条件で銅系摺動材料の摺動試験を本発明者等が行ったところ、潤滑油の全酸価が次のように著しく増大することが認められ、これと並行して鉛の腐食が進行する。

【0012】

時間 (h)

※【0015】ところで、最近金属材料表面が繰返し滑り摩擦によりアモルファス化することを利用して各種金属材料の表面の耐摩耗性を高めることができるとの研究が発表され（トライボロジスト、Vol. 41, No. 2, 1996, pp115~120）ているので、今後かかる観点からの材料開発が活発になることが予測されるが、本発明者は夙に銅合金の特定添加元素により銅合金表面の摺動特性を高める研究を鋭意行ってきた。上述したような技術の現況に鑑み、本発明の第1の目的は耐焼付性がすぐれた銅合金及

びすべり軸受を提供することにある。本発明の第2の目的は、オーバレイの厚さを薄くしても耐焼付性を良好にすることができる銅系すべり軸受を提供することにある。本発明の第3の目的は、Niバリヤーがなくても耐食性が良好に保たれる銅系すべり軸受を提供することにある。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、Cuマトリックスに固溶している特定の元素を含む銅合金を使用したライニングの最表面に特定元素の濃縮層が形成されることにより上記第1～第3の目的を達成することができることを解明した。かかる新しい知見に基づいて為された本発明は、Ag, Sn, Sb, In, Mn, Fe, Bi, Zn, Ni及びCrからなる群より選択される少なくとも1種の元素をCuマトリックス中に固溶し、これらの元素からなるあるいはこれらの元素を含む二次相が実質的に形成されていない銅合金及びこの銅合金を裏金に接着したすべり軸受もしくは接着しないソリッドすべり軸受に関する。

【0017】Cuマトリックスに固溶している特定の添加元素は摩擦熱の発生やライニング表面組織の変化と並行してライニング表面に移動して、部分的に添加元素の濃縮層を形成し、これがさらに潤滑油中の硫黄系添加剤 \*

【表1】

No	組成 (wt %)				焼付荷重 (kg/cm <sup>2</sup> )	備考
	Cu	Ag	Sn	O		
①	—	72	28	—	860	Ag, Sn相当
②	—	3	97	—	900	AgSn共晶
③	62	—	38	—	830	Cu, Sn相当
④	1	—	99	—	830	Cu, Sn, 相当
⑤	—	—	78	22	620	酸化Sn
⑥	100	—	—	—	400	純Cu
⑦	—	100	—	—	450	純Ag
⑧	—	—	100	—	420	純Sn

【0022】この表よりCu, Ag, Snなどの純金属よりも～の化合物もしくは共晶組成がおよそ1.5倍以上の耐焼付性をもつことがわかる。

【0023】さらに、表1と同様の組成につき摩擦係数及び凝着摩耗を測定する基礎試験を行なった。

試験機：図3に示すパウデン・テーパー式スティックスリップ試験機

すべり速度：0.06m/s

※

\*と反応して硫黄系化合物となり、また潤滑油中の酸素と添加元素が反応して酸素系化合物となる。これらの濃縮層及び硫黄系化合物などは固体潤滑作用が優れており、高面圧下でも摺動特性が優れており、かつ耐食性も良好である。

【0018】以下、濃縮層の耐焼付性を調べた基礎実験結果を説明する。表1の組成をもつ合金板もしくは金属板を試験片（面積1cm<sup>2</sup>，粗さ1.0～1.5μmR<sub>z</sub>）に加工し、これを次の条件の耐焼付試験に供した。

#### 10 【0019】

試験機：図2に示すピンオンディスク試験機

すべり速度：15m/s

荷重：荷重漸増（ステップ式）500N/10min

油種：10W-30

油温：室温

相手材：S55C焼入れ（Hv550～650）、粗さ；0.5～0.8μmR<sub>z</sub>

20 【0020】図2において、5は給油パッド、6は油圧シリンダー、7は試験片、8はディスク、9はバランスウェイト、10はロードセルである。試験結果を表1に示す。

#### 【0021】

※荷重：5N

潤滑条件：オイル塗布

相手材：SUJ2（直径8mm）

図3において、11はピン、12は試験片、13はヒーターである。試験結果を表2に示す。

（以下余白）

#### 【0024】

【表2】

No	組成 (wt %)				スティックスリップ		凝着面積 ( $\mu\text{m}^2$ )
	Cu	Ag	Sn	O	発生	発生時	
					温度 (°C)	摩擦係数	
①	—	72	28	—	170	0.45	300
②	—	3	97	—	165	0.48	600
③	62	—	38	—	160	0.49	500
④	1	—	99	—	160	0.50	700
⑤	—	—	78	22	なし	—	0
⑥	100	—	—	—	100	0.40	2000
⑦	—	100	—	—	180	0.50	500
⑧	—	—	100	—	160	0.50	1100

【0025】表2より酸化スズ相当組成をもつが最も凝着しがたいことが分かる。Ag-Snはこれに次ぐ耐凝着性をもっている。純Ag及びCu-Snは、やや良好な耐凝着性をもっており、純Cuの耐凝着性は最も不良である。以上の基礎実験により、上記の化合物もしくは化合物に相当する高濃度のAg, Snなどをライニングの表面に形成することにより、ライニングの耐焼付性を高めることができるとの着想に到着した。

【0026】さらに研究を進めた結果、Ag, Snなどは使用前のライニング中で一旦固溶していることが重要であり、上記添加元素は使用前に二次相を形成してはならないことが分かった。具体的には後述のX線回折条件で二次相が摺動に関係する合金の表面部位に認められてはならない。二次相が形成されているCu合金のマトリックスでは添加元素が平衡状態で固溶しているかあるいは非平衡状態で固溶しているのいずれにせよ、摺動後のランニング表面に濃縮しない。

【0027】上記の添加元素に共通する特長は(イ)硫化物を形成し易い、(ロ)銅と合金され易くかつ銅を著しく硬化させない、(ハ)劣化潤滑油に対する耐食性が良好である、(ニ)ライニング表面に濃縮され易い、

(ホ)濃縮物の摩擦係数、耐食性、非凝着性などの特性がすぐれている、(ヘ)固溶が可能である、(ト)析出し難いなどである。上記添加元素以外のCa, Naなどは(イ)は満足するが銅と合金されないので(ロ)を満足せず、Pbは(ハ)の面で採用できず、Ti, VはCu自体より硫化物を生成し難いから(イ)を満足しない。Wは質量が大きいために銅合金中を移動し難く

(ニ)を満足しない。また、Pbは casting中の重力偏析を解消する均一化が不可能であり、(ヘ)を満足しない。Mgは(イ)を満足するが(ホ)を満足しない。

【0028】本発明においては添加元素が軸受として使用中の銅合金中にある程度の期間固溶状態を保っており、摩擦が進行する；軸とランニングの固体接触がひんぱんになるなどの状態に至ってから、添加元素がライニング摺動面で濃縮し、次に硫黄、酸素などと反応することが必要である。したがって、析出し易い添加元素は容易に二次相を形成するために濃縮物の供給源となる固溶

\* 元素が不足する不都合を招く。したがって(ト)の特徴も重要であり、公知の析出型合金の添加元素は本発明からは除外されている。なお、NiはSiと共存すると析出することはよく知られているが、本発明ではSiは不純物であるので、Niは析出型元素とはならない。本発明による上記添加元素はこれら(イ)～(ヘ)を全て満足するが、特にAgは(ロ)～(ホ)の性質が優れている。SnはAgには総合的性能では及ばないが、(ホ)が良好である。したがって、本発明においてはAgを必須添加元素とし、その他の元素、特にSnを添加することが好ましい。

【0029】添加元素を摺動面に十分に濃縮させるためには総量で0.1wt%以上を含有させることが好ましい。添加元素が固溶しているならば、その上限は特に数値的に限定されない。しかしながら、Ag:0.1～2wt%, Sn:1～10wt%, Cd:0.1～5wt%, Mn:0.1～5wt%, Fe:0.01～10wt%, Bi:1～30wt%, Zn:1～30%, Ni:5～50%、及びCr:1～5%の範囲が好ましい。より好ましくは、Ag:0.3～1.0wt%, Sn:1～7wt%, Cd:0.3～3wt%, Mn:20～30wt%, Fe:0.01～5wt%, Bi:1～20%, Zn:15～20%, Ni:1～3%、及びCr:1～3%である。

【0030】Ni, VなどのようなCuとの全率固溶元素を除いて添加元素はCuマトリックス中に非平衡に固溶させることが濃縮層形成の面で有利である。これは、添加元素が析出しようとするエネルギーなどが濃縮を促進するためと考えられるが、本発明者が発見した濃縮現象は一般的な析出現象では完全に説明できないことも言及する。上記した元素の平衡固溶量は、二元系合金は状態図(M. Hansen, Constitution of Binary Alloys, McGrawhill Book Company, New York, 1964)より定められる固溶量である。例えば、200℃付近でAgは0.1wt%, Snは1.3wt%, Cdは0.5wt%, Crは0.05wt%である。また三元系合金では、上記元素の何れか1種が二元系合金の平衡固溶量を超えた組成の合金は非平衡固溶量の添加元素を含有しているもの

と実用的に扱ってよい。

【0031】本発明において添加元素を非平衡に固溶した銅合金の製造方法は鑄造法またはアトマイズ法によることが好ましい。鑄造法の場合は溶湯を100℃/分以上の冷却速度で冷却することにより添加元素を強制的に固溶させる方法によることができる。その後の工程では添加元素が析出しないような条件で加工などを行うことができるが、細心の条件管理が必要になるので連続鑄造帯などをそのままライニングとして使用することが好ましい。焼結法の場合は、アトマイズ粉は銅合金液体を高速冷却し、その後焼結を添加元素の固溶温度域で行いその後例えば50℃/分の冷却速度で急速冷却を行う。

【0032】上記添加成分以外には0.01~0.5%のPを脱酸剤もしくは焼結促進剤として添加することができる。上記組成の残部はCuの他にSi、Oなどの銅に通常含まれる不純物である。銅の純度は竿銅、電気銅、電解精製銅、OFHCなどいずれであってもよい。なお、不純物として許容されるSはCuに対して殆ど固溶度がないために、Cu-S系二次相として存在するが、S量が不純物程度であると添加成分の硫黄系化合物層の形成は妨げられない。

【0033】本発明の銅合金を焼結材料として使用する場合は、焼結空孔に樹脂を含浸させることができる。この含浸樹脂としては摺動材料として使用されるほとんどの樹脂を使用することができるが、PI、PAI、PEI、PEEK、芳香族PA、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、PTFE、及び他のフッ素系樹脂(PFA、ETFE、FEP)などを好ましく使用することができる。樹脂の量は30~80体積%であることが好ましく、より好ましくは40~60体積%である。焼結材料の空孔率は70~20体積%であることが好ましく、より好ましくは60~40体積%である。

【0034】含浸樹脂中に固体潤滑剤、耐摩耗性添加剤等も混合することができる。これらは具体的には、グラファイト、PTFE、Pb、Pb-Sn合金、フッ化カーボン、フッ化Pbなどの固体潤滑剤、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、Si、N<sub>4</sub>、クレイ、タルク、TiO<sub>2</sub>、ムライト、炭化カルシウム、Zn、AlN、Fe、P、Fe<sub>2</sub>B、Ni<sub>2</sub>B、FeB、などの耐摩耗性添加剤、ガラス繊維、カーボン繊維、チタン酸カリウム繊維などの無機繊維、芳香族PAなどの有機繊維、SiCウイスカなどのウイスカ、Cu繊維、ステンレス繊維などの金属繊維である。

【0035】上記したすべり軸受用銅合金の圧延材もしくは焼結材を裏金に接着してすべり軸受とすることができる。また裏金に接着しないソリッド軸受とすることもできる。本発明に係る銅合金はブシュ用の場合はオーバーレイを被着しないで使用され、エンジン各用種軸受、コンロッド軸受、その他の内燃機関用軸受の場合はオーバーレイを被着してすべり軸受として使用される。潤滑油中

で高温下で摺動することによりオーバーレイが初期なじみで摩耗し、下地ライニングが露出すると、あるいはオーバーレイなしの銅合金が次第に摩耗すると添加元素が表面近傍に次第に移動し、部分的に薄膜に添加元素リッチ相を形成する。

【0036】摺動後のライニングの表面をSIMS(2次イオン質量分析Secondary Ion Mass Spectroscopy)法で添加元素を分析すると、これらが濃縮している領域が認められる。このような濃縮層では添加元素が合金バルク中よりも例えば濃度比で1.3倍以上と高められており、容易に分析により検出可能である。この濃縮層は1μm以下と非常に薄いので物質の同定が困難であるが、化合物であると考えられる。さらに摺動が進むと、濃縮層が潤滑油中の硫黄と反応して添加元素及び硫黄の濃縮層が形成される。

【0037】本発明に係るすべり軸受の潤滑に使用される潤滑油の基油及び添加剤は全く制限がない。添加剤として含有されることがある硫黄系添加剤は、(ポリ)サルファイド(スルフィド)、スルフォネート、スルフィネート、スルフェネート、フェネート系(図9参照)、(ジ)チオフォスフェート化合物、チオケトン、チオアセタール、チオカルボン酸とその誘導体、スルホキシドとその誘導体、スルフォニル、スルフィニル、スルフェニル、ZnDTP等の化合物がある。すなわち、これらの有機硫黄化合物は何れもすべり軸受の摺動温度である100~160℃において反応性がある硫酸系酸に分解し、銅合金表面の濃縮物と反応する。

【0038】上記知見により完成した本発明に係るすべり軸受は裏金に接着されたもしくは接着されない銅合金の表面をオーバーレイで被覆してなるすべり軸受において、オーバーレイが初期なじみにより部分的に摩滅して表出された銅合金の摺動面が、少なくとも部分的に、Ag、Sn、Sb、In、Mn、Fe、Bi、Zn、Ni及びCrからなる群より選択された少なくとも1種の元素ならびにS及びOの1種又は2種を濃縮した銅合金表層あるいは少なくとも1種の元素に加えて硫黄及び酸素の1種又は2種を濃縮した銅合金表層よりなり、この銅合金表層に連続する銅合金バルク部は、少なくとも該銅合金表層との界面及びその近傍において少なくとも1種の元素を固溶しかつ該少なくとも1種の元素からなるもしくはこの元素を含む二次相が実質的に生成されていない銅合金固溶体からなることを特徴とするすべり軸受。

【0039】図1には本発明に係る裏金付すべり軸受を模式的に示す。1は銅板などよりなる裏金であり、2は裏金に圧接、焼結などにより接合されたライニングであり、オーバーレイは摩滅した結果ライニングの表面が露出されている。ライニング1の表面には1μm以下のAg、Sn、Oなどの濃縮した層3、すなわち銅合金表層(以下「濃縮層」と言う)が形成されており、その一部に硫黄系化合物4が存在し、これが摺動方向に薄く伸び

されている。これらが耐焼付性、耐凝着性、耐摩耗性、耐食性などを従来のケルメットを大幅に上回るレベルまで向上させる。裏金1は軟鋼板、合金鋼板あるいはその表面処理（ショットブラスト、酸洗、めっきなど）板である。

【0040】ライニング2は通常全体が本発明が特徴とする固溶体組織をもつ合金からなる。濃縮層3はバルク2aから供給されたAg, Snなどが濃縮したものであり、図1に示した状態よりさらにライニングが摩耗すると、より内部のバルク2aから供給されるAg, Snにより新しい濃縮層3が形成されるために、長期に亘ってすぐれた性能が発揮される。このような濃縮を可能にするためには固溶元素が濃縮層3との界面及び近傍に存在することが必要である。ここで近傍とはライニングの摩滅量とAg, Snなどの移動距離に関連するが、自動車エンジン用軸受で前者を最大20 $\mu$ mとすると使用前ライニングの表面から約30 $\mu$ m程度である。したがって、前記表面から30 $\mu$ mより深い部分2bではAg, Snは一部析出しているも本発明のすべり軸受の性能が低下することはない。

【0041】本発明のすべり軸受において初期なじみ性を確保するオーバーレイは、ライニングの耐焼付性不足を補うように厚く被着する必要はない。すなわち、本発明の銅合金は耐焼付性が優秀であり、事実露出することにより上記の濃縮層が形成されるのでオーバーレイを厚く被着する必要はない。したがって、オーバーレイは初期なじみの目的のみに薄く形成することが、オーバーレイによるコスト増大を抑える面からも好ましい。オーバーレイの厚さは1~25 $\mu$ mが好ましく、より好ましくは2~8 $\mu$  \*

【表3】

No	組成 (wt %)				表層濃縮層 (バルクに対する強度比)			焼付荷重 (kg/cm <sup>2</sup> )	備考
	Cu	Sn	Ag	P	Sn	Ag	0		
①	残	1.0	0.1	0.08	1.4	1.4	2.0	900	実施例
②	残	2.0	2.1	0.2	1.6	3.8	2.5	950	実施例
③	残	10.0	0.1	0.2	1.6	3.8	2.5	930	実施例
④	残	9.0	1.9	0.09	3.0	3.2	4.0	960	実施例
⑤	残	—	1.0	0.1	—	1.0	1.0	400	比較例
⑥	残	5.0	—	0.08	1.0	—	1.0	300	比較例
⑦	残	4.0	1.5	0.2	1.0	1.0	1.0	300	比較例

備考：表層濃縮層はバルク（焼結層の内部）に対する各元素のオージェ分析による強度比で表した濃度である。

【0045】実施例の及び比較例のを焼付試験開始前にX線回折（条件：Cu管球、30KV、150mA）を行った結果をそれぞれ図4（拡大図6）及び図5（拡大図7）にそれぞれ示す。比較例の組織はCuのピークの他に、Cu-Sn金属間化合物Ag及びSnのピークが認められる。したがって、この銅合金はAg, Snを固溶したCu固溶体と二次相としてのCu-Sn金属間化合物Ag及びSnから構成されていることが分

\* mである。オーバーレイとしてはPb基、Sn基等の金属オーバーレイ、あるいは樹脂系オーバーレイを使用することができる。以下、実施例により本発明をより詳しく説明する。

【0042】本発明の銅合金が潤滑油に長時間さらされた後合金表面に形成される添加元素の濃縮層は耐食性が優れているために、銅合金中のスズによりライニングの耐食性を高めることは必須ではない。したがって、ライニングの銅合金がスズを含有する場合でも従来のようにNiバリヤーをオーバーレイとライニングの間に施す必要はない。このために、オーバーレイが摩耗してNiバリヤーが露出した際の焼付のおそれなくなる。但し、相手軸の加工精度が低い場合などには、オーバーレイを厚くしたNiバリヤーを設けて、Snの拡散を防止することが好ましい。以下、実施例により本発明をより詳しく説明する。

## 【0043】

## 【実施例】

## 実施例1

20 表3に組成を示す銅合金アトマイズ粉末（粒径150 $\mu$ m以下）を板厚1.5mmの鋼板（SPCC）に厚さが2mmとなるように散布し、水素ガス雰囲気中で850℃、35分の条件で焼結し、その後実施例については50℃/min以上の速度で急冷し、比較例については8℃/minの冷却速度で冷却し、その後圧延し（板厚減少率7%）、焼結層の厚さが0.3mmのバイメタル状軸受素材を製造した。

## 【0044】

※かる。一方図4、6（本発明実施例）にはCuのピークのみが認められる。

【0046】バイメタル素材を図2に関して説明した焼付試験の試験片に加工し、ピンオンディスク式焼付試験を行い、焼付荷重を求めまた焼付発生時の表面をオージェ分析して表層濃度を求めた結果を表3に示す。

【0047】図4~7及び表3より固溶体組織の銅合金では摺動中に添加元素が表層に濃縮して耐焼付性を高めているが、一方固溶体と二次相の組織を有する銅合金では摺動中の添加元素の表層への濃縮が起らないので耐



焼付性が不良であることが分かる。

#### 【0048】実施例2

実施例1の方法でバイメタルを製作し、その後ほうふっ化電気めっき浴によりPb-Sn-Cuめっき層を形成し、その後Inめっき層を電気めっきより形成し、続いて150℃で40分間の拡散を行った。なお、予備実験によりこの熱処理では図8（表4）に示す実施例合金ではAg、SnはCu固溶体中に留められており、二次相として分離しないことを確認しておいた。銅合金の組成及びオーバーレイの組成、厚さは図8（表4）に示したものである。表4に構成を示したすべり軸受を下記条件で実機試験を行った。

エンジン：L4-2リッターディーゼルエンジン（ターボチャージャー付き）

回転数：4000rpm

軸受面圧：70MPa

潤滑油種：CD10W-30

油温：125℃

試験時間：400h

【0049】試験の結果を示す図8（表4）より本発明のすべり軸受はオーバーレイの厚さが薄いにも拘らず摩耗量が少ない。比較例のすべり軸受は焼付が起こるあるいは摩耗量が著しく多い。

#### 【0050】

【発明の実施の形態】以上説明したように、本発明は従来のすべり軸受が直面していた諸問題を抜本的に解決するので、内燃機関用などの部品として従来のケルメットを代替することが期待される。

10

#### \*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るすべり軸受の構造を示す概念図である。

【図2】ピンオンディスク試験機の図である。

【図3】パウデン・テーバー式スティックスリップ試験機の図である。

【図4】表3の銅合金のX線回折像を示す図である。

【図5】表3の銅合金のX線回折像を示す図である。

【図6】図4の拡大図である。

【図7】図5の拡大図である。

【図8】実施例2におけるすべり軸受の構造及び性能を示す図表（表4）である。

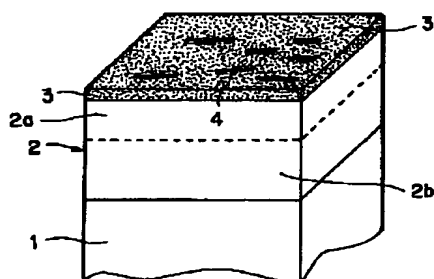
【図9】フェネート化合物の構造式を示す図である。

#### 【符号の説明】

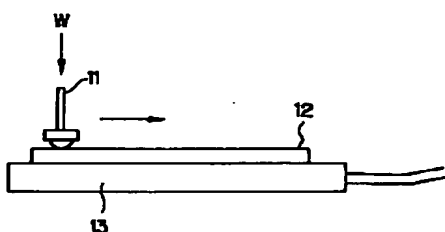
- 1 裏金
- 2 ライニング
- 2a バルク
- 3 濃縮層
- 5 給油パッド
- 6 油圧シリンダー
- 7 試験片
- 8 ディスク
- 9 バランスウェイト
- 10 ロードセル
- 11 ピン
- 12 試験片
- 13 ヒーター

\*

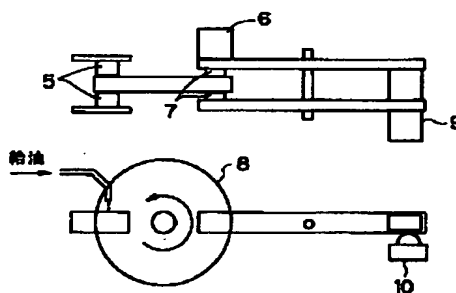
【図1】



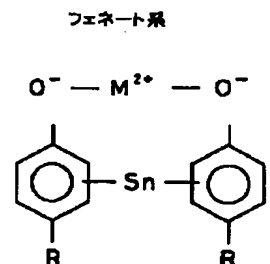
【図3】



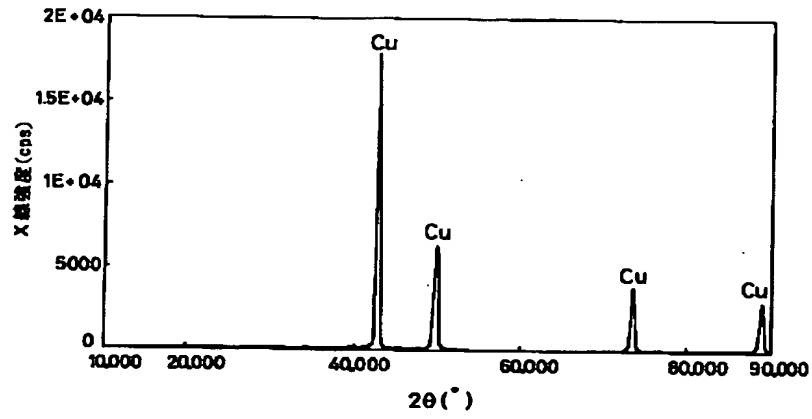
【図2】



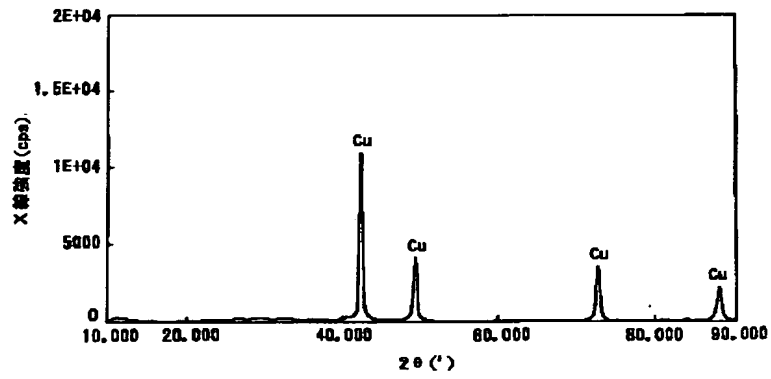
【図9】



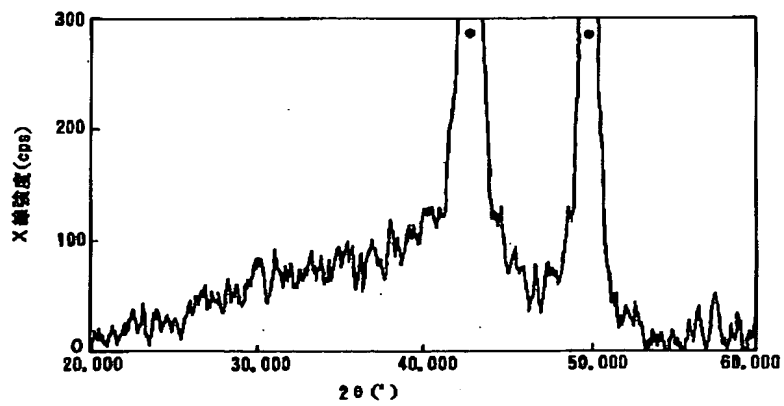
【図4】



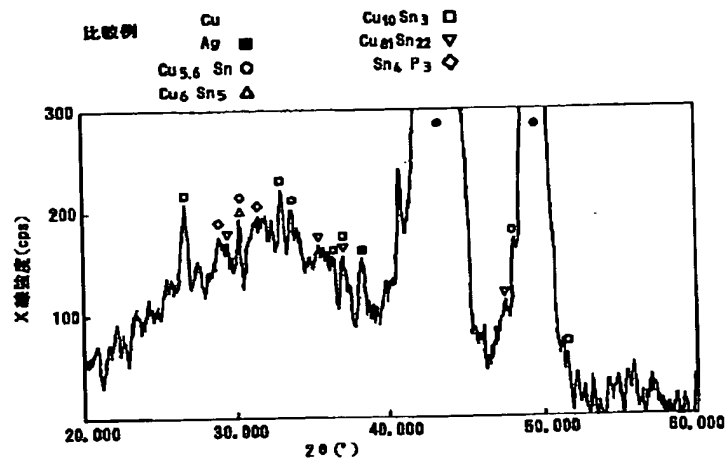
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

	ライニング成分 (wt%)					Niめっき	オーバーレイ成分 (wt%)				オーバーレイ 厚さ ( $\mu\text{m}$ )	摩耗量 (mg)	400h後 の表面 状態
	Cu	Ag	Sn	Pb	P		Pb	Sn	In	Cu			
1	残	0.7	6	-	0.12	無	残	10	7	2	5	32	○
2	↑	0.9	4	-	0.1	↑	↑	↑	↑	↑	3	35	○
3	↑	1.2	5	-	0.08	↑	↑	↑	↑	↑	7	31	○
4	↑	1.5	3	-	0.2	↑	↑	↑	↑	↑	5	36	○
5	↑	0.5	7	-	0.1	↑	↑	↑	↑	↑	4	33	○
6	↑	1.5	6	-	0.15	↑	↑	↑	↑	↑	6	34	○
7	↑	-	5	15	0.03	↑	↑	↑	↑	↑	20	350hで焼付	×
8	↑	-	↑	25	0.04	↑	↑	↑	↑	↑	↑	350hで焼付	×
9	↑	-	↑	15	0.03	有	↑	↑	↑	↑	↑	105	×
10	↑	-	↑	25	0.04	↑	↑	↑	↑	↑	↑	180	×
表 施 例													
比 較 例													

フロントページの続き

(72)発明者 橋爪 克行

愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工  
業株式会社内